



República Federativa do Brasil  
Ministério da Economia  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

**(11) PI 0913937-0 B1**



**(22) Data do Depósito: 02/07/2009**

**(45) Data de Concessão: 30/04/2019**

**(54) Título:** UNIDADE CONTROLADORA E MÉTODO PARA CONTROLAR CORRENTE EM UM SISTEMA DE CONTROLE DE TRAÇÃO DE VEÍCULO.

**(51) Int.Cl.:** B60L 15/20.

**(30) Prioridade Unionista:** 02/07/2008 IN 1613/CHE/2008.

**(73) Titular(es):** TVS MOTOR COMPANY LIMITED.

**(72) Inventor(es):** MOHAN GANGADURAI; SRINIVASAN KARTHKEYAN; GAYATHRI GUNASEKARAN; VINAY CHANDRAKANT HARNE.

**(86) Pedido PCT:** PCT IN2009000375 de 02/07/2009

**(87) Publicação PCT:** WO 2010/001416 de 07/01/2010

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 03/01/2011

**(57) Resumo:** UNIDADE CONTROLADORA E MÉTODO PARA CONTROLAR CORRENTE EM UM SISTEMA DE CONTROLE DE TRAÇÃO DE VEÍCULO A presente invenção refere-se a um sistema de controle de tração de veículo (100) com uma unidade controladora (102). A unidade controladora (102) controla a modulação de sinais de potência (112) recebidos de uma fonte (106), tal como uma bateria. A modulação é baseada nos sinais de posição do acelerador (110) recebidos do acionador do acelerador (104). Um conjunto de circuitos lógicos operando em conjunto com o resto da unidade controladora (102) estabelece um limite de corrente para os sinais de potência (112). O limite de corrente é estabelecido com base nos sinais de posição do acelerador (110). A unidade controladora (102) ainda sensibiliza os sinais de potência modulados para serem distribuídos para um motor (108) e compara-o com o limite de corrente estabelecido. No caso do sinal de potência modulado exceder o limite de corrente estabelecido, conseqüentemente a unidade controladora (102) reduz a modulação dos sinais de potência.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**UNIDADE CONTROLADORA E MÉTODO PARA CONTROLAR CORRENTE EM UM SISTEMA DE CONTROLE DE TRAÇÃO DE VEÍCULO**".

**Campo Técnico**

[001] A presente invenção, em geral, refere-se a um sistema de controle de tração e, em particular, refere-se a uma unidade controladora de motores de corrente contínua sem escovas.

**Antecedentes**

[002] Geralmente, a fim de limitar deslizamento dos pneus em movimento ou mover o veículo de seu estado de repouso, os veículos empregam um sistema de controle de tração (TRAC). O TRAC controla a aceleração do veículo, regulando a potência distribuída para as rodas. O TRAC empregado por veículos híbridos e elétricos, tipicamente inclui uma bateria, um motor de tração elétrica e sensores de velocidade das rodas. A bateria fornece energia para o motor de tração elétrica, que por sua vez aciona as rodas do veículo. O motor de tração elétrica geralmente é implementado usando um motor de corrente contínua sem escovas devido à sua capacidade de produzir alto torque de partida, controle de velocidade preciso, e torque-velocidade linear característicos. Os sensores de velocidade da roda medem a velocidade de rotação das rodas e controla a entrada de potência para a roda motriz do veículo.

[003] O motor de tração elétrica consome quantidades variáveis de corrente a partir da bateria com base nas condições operacionais do veículo. Geralmente, a corrente máxima é consumida pelo motor de tração elétrica quando ele está parado. Um consumo não controlado de corrente pode causar superaquecimento e danos não apenas no motor de tração elétrica, mas também nos circuitos associados. Para evitar os danos associados ao excesso de corrente consumida pelo motor de tração elétrica, muitos veículos implementados com TRAC

empregam um controlador eletrônico dentro do TRAC.

[004] O controlador eletrônico limita a corrente máxima, que é consumida pelo motor a partir da bateria, para um valor inferior a um limite de corrente predefinido. O limite de corrente é definido com base nas características do motor e permanece o mesmo em todas as velocidades do TRAC na região de alta carga e também para todas as entradas do acionador do acelerador ou percentuais de atuação de velocidade. A região de alta carga corresponde à velocidade de potência máxima, isto é, quando a velocidade do motor de tração elétrica é menor do que aquela em que a potência fornecida é máxima. Ao limitar a corrente, o controlador eletrônico também controla o torque fornecido às rodas, contribuindo assim para o motorista acelerar sob controle.

[005] O torque do motor é assim limitado pelo controlador em velocidades do motor abaixo da velocidade de potência máxima, mesmo que o motor de tração elétrica possa gerar mais torque. Por conseguinte, as características de velocidade-torque permanecem constantes para velocidades baixas do motor, que resulta em desempenho de aceleração semelhante em baixas velocidades para qualquer entrada do acionador do acelerador, e como resultado, a sensação de dirigibilidade é adversamente afetada.

### **Sumário**

[006] Este sumário é fornecido para introduzir um sistema e um método para controle de corrente em um sistema de tração elétrica, que é descrito abaixo na descrição detalhada.

[007] De acordo com uma modalidade do presente tema, o sistema de tração elétrica (TRAC) inclui uma unidade de controle tendo uma unidade de processamento, um circuito de lógica, e uma unidade de regulação. A unidade de processamento recebe sinais de entrada, a seguir designados como sinais de posição do acelerador, a partir de um acionador do acelerador, e sinais de uma fonte de energia como

uma bateria. Usando qualquer uma das técnicas de modulação conhecidas, os sinais de energia são modulados de acordo com os sinais de posição do acelerador. O circuito de lógica define um limite de corrente para a alimentação de sinais de energia baseado em sinais de posição do acelerador. A unidade de regulação percebe os sinais de energia modulados e os compara com o limite de corrente fixado pelo circuito de lógica. Se os sinais de alimentação de energia modulados excedem o limite de corrente, então a unidade de regulação envia sinais de energia modulados de volta para a unidade de processamento para reduzir a modulação dos sinais de energia. Os sinais de energia de corrente limitada, que são modulados de acordo com os sinais de posição do acelerador, são então transferidos para um motor de corrente contínua sem escovas do TRAC.

[008] Assim, o limite máximo de corrente é variado com base em sinais de posição do acelerador ou no percentual de atuação de velocidade. Como resultado, o torque do motor gerado em baixas velocidades também varia com a mudança de sinais de posição do acelerador. Como o desempenho de aceleração do veículo é proporcional à característica de torque do motor, a unidade controladora descrita proporciona maior desempenho de aceleração e melhor sensação de dirigibilidade. Além disso, a capacidade e o desempenho da fonte de alimentação, tal como uma bateria, também melhoram significativamente.

[009] As características acima mencionadas, aspectos e vantagens do presente tema serão melhor compreendidos com referência à descrição a seguir e reivindicações em anexo. Este sumário é fornecido para apresentar uma seleção de conceitos, de forma simplificada. Este sumário não se destina a identificar as principais características ou características essenciais da matéria reivindicada, nem se destina a ser usado para limitar o alcance da matéria reivindicada.

**Breve descrição dos desenhos**

[0010] A descrição detalhada é descrita com referência às figuras que a acompanham. Nas figuras, o dígito mais à esquerda de um número de referência identifica a figura em que o número de referência aparece pela primeira vez. A utilização do mesmo número de referência em diferentes figuras indica itens semelhantes ou idênticos. As características, aspectos e vantagens da matéria em foco serão melhor compreendidos em relação à seguinte descrição, as reivindicações anexadas, e os desenhos que acompanham onde:

figura 1 ilustra um sistema de controle de tração de veículo exemplar com uma unidade de controle de acordo com uma modalidade do presente tema em foco.

figura 2 ilustra um diagrama de blocos de uma unidade de controle para o sistema de controle de tração figura1.

figura 3 ilustra um gráfico que mostra as características atuais do sistema de controle de tração figura1.

figura 4 ilustra um gráfico que mostra características de torque para o sistema de controle de veículos de tração figura1.

figura 5 ilustra um diagrama de método exemplar para controlar a corrente no sistema de controle de tração do veículo figura1.

**Descrição Detalhada**

[0011] O assunto aqui descrito diz respeito a um sistema de tração elétrica que provê para o controle de limite de corrente variável em veículos de duas rodas.

[0012] Em uma implementação, um motor de corrente contínua sem escovas, daqui em diante designado como motor, recebe sinais de uma fonte de energia, como uma bateria, e converte em energia mecânica para acionar as rodas do veículo. A energia fornecida pela bateria para o motor é regulada por um controlador eletrônico baseado em sinais de posição do acelerador, que são recebidos a partir de um

acionador do acelerador, e as configurações de limite de corrente. Este controlador eletrônico, designado como controlador de limite de corrente variável, resulta em variadas características de corrente-velocidade e torque-velocidade para diferentes sinais de acionamento do acelerador com base em diferentes posições percentuais do acionador do acelerador ou percentagem de acionamentos de velocidade. Portanto, um melhor desempenho de aceleração é alcançado, de acordo com os sinais de posição do acelerador.

[0013] Devido ao uso do controlador de limite de corrente variável, a corrente de descarga durante a aceleração para atuação de velocidade parcial é menor do que a corrente de descarga obtida usando a lógica de controle convencional. A corrente de descarga reduzida resulta em uma melhoria significativa na capacidade da bateria e desempenho da fonte de alimentação. Assim, o sistema e método descritos contribuem para maior capacidade e maior intervalo por carga do veículo também.

[0014] A descrição a seguir descreve um sistema e um método para implementar o controle de limite de corrente variável em um sistema de tração elétrica. Enquanto aspectos do sistema e método descritos podem ser implementados em qualquer número de diferentes sensores, microcontroladores, e/ou configurações de microprocessador, modalidades para o controle de limite de corrente variável estão descritos no contexto dos sistemas e métodos exemplares a seguir.

[0015] A figura 1 ilustra um sistema de controle de tração (TRAC) de veículo exemplar 100 com uma unidade controladora 102 de acordo com uma modalidade do presente assunto em foco. O TRAC 100 inclui uma unidade controladora 102, um acionador de acelerador 104, uma fonte 106, e um motor 108. A unidade controladora 102 recebe sinais de posição do acelerador 110 a partir do acionador de aceleração 104, sinais de energia 112 a partir da fonte 106. A fonte 106 pode

ser uma fonte única de energia ou uma combinação de fontes de energia, incluindo fontes de corrente, fontes de energia etc., e, consequentemente, os sinais de energia 112 podem incluir sinais de corrente, os sinais de tensão, etc.

[0016] A unidade controladora 102 inclui circuitos lógicos 114 configurados para definir um limite de corrente na corrente absorvida pelo motor 108 a partir da fonte 106 através da unidade controladora 102. O limite de corrente é atribuído com base nos sinais de posição do acelerador 110 e pode ser feito utilizando várias técnicas conhecidas na técnica como pela comparação entre duas entradas, ou seja, os sinais da posição do acelerador 110 e sinais de energia 112. Além disso, uma tabela de consulta pode ser usada para atribuir um valor correspondente à combinação dos sinais de posição do acelerador 110 acima e sinais de energia 112. Em uma modalidade, os circuitos lógicos 114 podem ser localizados fora da unidade controladora 102.

[0017] Em operação, para a condução do motor 108, a unidade controladora 102 modula os sinais de potência 112 recebidos da fonte 106 com base nos sinais de posição do acelerador 110 recebidos. Em uma implementação, a velocidade do motor 108 é controlada pela variação da largura dos pulsos de tensão fornecida ao motor 108, de modo que a tensão de saída resultante fornecida ao motor 108 estabelece a velocidade operacional do veículo. Para modular os sinais de potência 112, a unidade controladora 102 usa uma das várias técnicas conhecidas na técnica, por exemplo, a modulação por largura de pulso (PWM).

[0018] Na referida implementação, com base nos sinais de posição do acelerador 110 recebidos, o circuito lógico 114, na unidade controladora 102, provê um sinal para definir um limite de corrente para os sinais de alimentação modulados para ser entregue ao motor 108. O limite de corrente é definido de acordo com o percentual de

atuação de velocidade que é calculado com base nos sinais de posição do acelerador 110. A unidade controladora 102 compara os sinais de alimentação modulados com o limite de corrente e, com base na comparação, reduz a modulação dos sinais de potência, se os sinais de alimentação modulados excedem o limite de corrente. Como resultado, a corrente máxima que pode ser tirada a partir da fonte 106 é reduzida em um menor percentual de atuação de velocidade. Por outro lado, a corrente máxima que pode ser tirada da fonte 106 é aumentada em percentuais mais elevados de atuação de velocidade.

[0019] A figura 2 ilustra um diagrama de bloco 200 exemplar da unidade controladora 102 dentro do sistema de controle de tração 100. A unidade controladora 102 inclui circuitos lógicos 114, que recebem os sinais de posição do acelerador 110 a partir do acionador de aceleração 104 e define um limite de corrente para os sinais de energia 112 partir da fonte 106 com base nos sinais da posição do acelerador 110. A unidade controladora 102 também inclui uma unidade de processamento 202, que recebe os sinais de energia 112 e os sinais de posição do acelerador 110. A unidade de processamento 202 modula os sinais de energia 112 com base nos sinais de posição do acelerador 110 usando uma variedade de técnicas conhecidas na técnica. A unidade de processamento 202 envia os sinais de energia modulados a uma unidade de regulação 204 incluída na unidade controladora 102.

[0020] Em uma implementação, a unidade de regulação 204 inclui um comparador 206 para comparar o limite de corrente, definido pelo circuito lógico 114, com sinais de energia modulados recebidos da unidade de processamento 202. Com base na comparação, o comparador 206 envia um sinal para a unidade de processamento 202 para reduzir a modulação dos sinais de energia modulados se os sinais de energia modulados excedem o limite de corrente. Em outra implementação, a unidade de regulação 204 inclui um ou mais dos microproces-

sadores, microcontroladores, chaves digitais, chaves analógicas, memória, sensores de corrente, sensores de energia, sensores de tensão, etc, interagindo uns com os outros para o processamento e modulação do sinal de energia.

[0021] A figura 3 ilustra um gráfico 300 ilustrando características de corrente-velocidade para o sistema de controle de tração de veículo da figura, 1 com diferentes valores de sinais de posição do acelerador (TPS) 110 ou valores calculados de percentuais de atuação de velocidade. No gráfico 300, a corrente do motor é plotada contra a velocidade do motor para diferentes valores do TPS 110 no TRAC 100. O gráfico 300 ilustra a mudança nos limites de corrente estabelecidos pelo circuito lógico 114 para diferentes valores do TPS 110. O gráfico 300 mostra que o limite de corrente diminui com valores decrescentes da TPS 110 ou percentuais de atuação de velocidade.

[0022] A curva 302 representa características de corrente do TRAC 100 a oitenta por cento de atuação da velocidade. A curva 304 representa características de corrente do TRAC 100 em sessenta por cento de atuação da velocidade. A curva 306 representa características de corrente do TRAC 100 em cinquenta por cento de atuação da velocidade.

[0023] Além disso, o gráfico 300 mostra a relação entre a corrente e a velocidade do motor obtida usando limites de corrente variáveis. Por exemplo, se o TPS 110 reduz de oitenta para cinquenta a atuação de velocidade, a corrente do motor diminui devido à diminuição do limite de corrente. Em resposta a uma queda na corrente do motor, a velocidade do motor também diminui. Assim, quando o TPS 110 é acionado para uma menor porcentagem de atuação de velocidade, a corrente máxima que pode ser absorvida pelo motor é muito menor e, como resultado, a capacidade da bateria pode ser utilizada de uma maneira melhor. Por outro lado, quando o TPS 110 é acionado para

maior percentual de atuação da velocidade a corrente consumida também aumenta, assim, proporcionando melhor sensação de dirigibilidade. A corrente consumida ajudando em melhor sensação de dirigibilidade é explicada mais tarde, com referência às características de torque.

[0024] Observe também que as inclinações das curvas 302, 304 e 306 pelo motor 108 não ficam afetadas por um sinal proveniente do circuito de lógica 114 para definir o limite de corrente. Essencialmente, a velocidade sem carga com diferentes valores do TPS 110 não é afetada pela unidade controladora 102. Em vez disso, apenas a corrente máxima consumida pelo motor em baixa velocidade ou mudanças das condições de carga alta em valores diferentes do TPS 110.

[0025] A figura 4 ilustra um gráfico 400 ilustrando características de torque para o TRAC 100 da figura 1 para diferentes sinais de posição do acelerador (TPS) 110. No gráfico 400, as características de torque são plotadas contra a velocidade do motor para diferentes percentuais de atuação de velocidade ou posições do acelerador. O gráfico 400 mostra variações no torque quando o limite de corrente é reduzido com base na redução do percentual de atuação da velocidade através do TPS 110. A curva 402 representa características de torque do TRAC 100 a oitenta por cento de TPS. A curva 404 representa características de torque do TRAC 100 a sessenta por cento de TPS. Da mesma forma, a curva 406 retrata características de torque do TRAC 100 a cinquenta por cento de TPS.

[0026] O gráfico 400 mostra a relação entre o torque e as características de velocidade do motor 108 obtidas devido a limites de corrente variáveis. Por exemplo, se o TPS 110 aumenta de cinquenta para oitenta por cento, então o limite de corrente aumenta na proporção do TPS 110 recebido. Assim, o torque do motor e a velocidade do motor aumentam. Assim, quando TPS 110 é acionado em graus mais eleva-

dos, o torque máximo que um motor pode gerar é muito mais do que quando o TPS 110 é acionado em graus mais baixos. O desempenho de aceleração do veículo é proporcional às características de torque do motor 108 na região de alta carga, ou seja, em baixas velocidades. A característica de torque aumentando com valores crescentes de TPS 110 resulta em desempenho de aceleração que é proporcional à porcentagem da atuação de velocidade e posições do acelerador, dessa forma proporcionando melhor sensação de dirigibilidade. Além disso, de modo similar às características de corrente, a velocidade sem carga, em diferentes valores de TPS 110 não é afetada pela unidade controladora 102. Em vez disso, apenas o torque máximo gerado pelo motor em baixa velocidade ou mudanças das condições de carga alta em valores diferentes do TPS 110.

[0027] A figura 5 ilustra um diagrama de fluxo 500 para controlar a corrente em um sistema de controle de tração de veículo, tais como TRAC 100 com uma unidade controladora 102.

[0028] No bloco 502 são recebidos os sinais de posição do acelerador 110 e sinais de energia 112. Uma unidade controladora 102 recebe sinais da posição do acelerador 110 a partir de um acionador do acelerador 104 e sinais de energia 112 de uma fonte de alimentação 106.

[0029] No bloco 504, um limite de corrente é definido de acordo com os sinais de posição do acelerador 110. Um circuito lógico 114 recebe sinais da posição do acelerador 110 e define um limite de corrente para sinais de alimentação modulados com base nos sinais de posição do acelerador 110.

[0030] No bloco 506, os sinais de energia 112 são modulados de acordo com os sinais de posição do acelerador 110. A unidade controladora 102 inclui uma unidade de processamento 202 para modular o sinal de energia 112 em proporção aos sinais de posição do acelera-

dor 110.

[0031] No bloco 508, os sinais de alimentação modulados são comparados com o limite de corrente. A unidade de controle 102 inclui uma unidade de regulação 204 que utiliza um comparador 206 para comparar os sinais de energia 112 contra o limite de corrente.

[0032] No bloco 510, é determinado se os sinais de energia recebidos depois da modulação excedem o limite de corrente. Se os sinais de alimentação encontrados excedem o limite de corrente, em seguida, no bloco 512 a modulação dos sinais de energia 112 é reduzida pela unidade de processamento 202 e enviado de volta para a unidade de regulação 204 para comparação. Por outro lado, se os sinais de energia modulados não excedem o limite de corrente, então, no bloco 514, os sinais de energia modulados limitados pelo limite de corrente são enviados para o motor 108.

[0033] Será entendido que a unidade controladora 102 continua a receber sinais de posição do acelerador 110 e sinais de energia 112 que modulam os sinais de energia na mesma proporção aos sinais de posição do acelerador, seguindo o processo descrito pelo diagrama de fluxo de 500.

[0034] Portanto, a unidade controladora 102 facilita a atribuição do limite de corrente máxima, dependendo do valor do TPS 110 ou percentagem de atuação de velocidade controlada pelo condutor do veículo. Além disso, a unidade controladora 102 ajuda na utilização da capacidade da bateria de uma maneira melhor e eficaz, melhora o alcance por carga do veículo.

[0035] Embora o tema tenha sido considerado em detalhes consideráveis, com referência a algumas das modalidades preferidas dos mesmos, outras modalidades são possíveis. Como tal o alcance das reivindicações em anexo não deve ser limitado à descrição das modalidades preferidas nelas contidas.

## REIVINDICAÇÕES

1. Unidade controladora (102) para controlar corrente em um sistema de controle de tração de veículo (100), a unidade controladora compreendendo:

uma unidade de processamento (202) que recebe sinais de posição do acelerador (110) de um acionador de acelerador (104) e sinais de potência (112) de uma fonte (106), em que a unidade de processamento (202) é configurada para modular os sinais de potência em proporção aos sinais de posição do acelerador (110) para gerar sinais de potência modulados;

**caracterizada pelo fato de que:**

um conjunto de circuitos lógicos (114) da unidade controladora (102) recebe os sinais de posição do acelerador (110) do acionador de acelerador (104), em que o conjunto de circuitos lógicos (114) é configurado para estabelecer um limite de corrente máximo para os sinais de potência modulados com base nos sinais de posição do acelerador (110) e nos sinais de potência (112), e

uma unidade reguladora (204) da unidade controladora (102) compara os sinais de potência modulados com o limite de corrente máximo estabelecido e sinaliza a unidade de processamento (202) para reduzir a modulação dos sinais de potência (112) se os sinais de potência modulados excedem o limite de corrente máximo estabelecido.

2. Unidade controladora (102), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo fato de que** os sinais de posição do acelerador (110) correspondem a uma posição do acionador de acelerador (104).

3. Unidade controladora (102), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo fato de que** a unidade de processamento (202) modula os sinais de potência (112) por Modulação de Largura de

Pulso.

4. Unidade controladora (102), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo fato de que** o sinal de potência (112) é um sinal de corrente ou um sinal de tensão ou uma combinação dos dois.

5. Unidade controladora (102), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo fato de que** a fonte (106) é uma fonte de tensão ou uma fonte de corrente ou uma combinação das duas.

6. Unidade controladora (102), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo fato de que** a unidade reguladora (204) inclui um ou mais dentre sensores de corrente, sensores de potência, chaves, microprocessadores, e microcontroladores.

7. Unidade controladora (102), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo fato de que** a unidade reguladora (204) compreende um comparador (206) para comparar os sinais de potência modulados com o limite de corrente máximo estabelecido.

8. Método para controlar corrente em um sistema de controle de tração de veículo (100), o método **caracterizado pelo fato de que** compreende:

receber sinais de posição do acelerador (110) e sinais de potência (112) por uma unidade de processamento (202);

modular os sinais de potência (112) em proporção aos sinais de posição do acelerador (110) pela unidade de processamento (202);

estabelecer um limite de corrente máximo para os sinais de potência modulados com base nos sinais de posição do acelerador (110) e nos sinais de potência (112) por um conjunto de circuitos lógicos; e

controlar modulação dos sinais de potência (112) com base no limite de corrente máximo estabelecido, em que controlar a modulação dos sinais de potência (112) compreende:

comparar os sinais de potência modulados com o limite de corrente máximo; e

reduzir a modulação dos sinais de potência (112) quando ao sinais de potência modulados excedem o limite de corrente máximo.

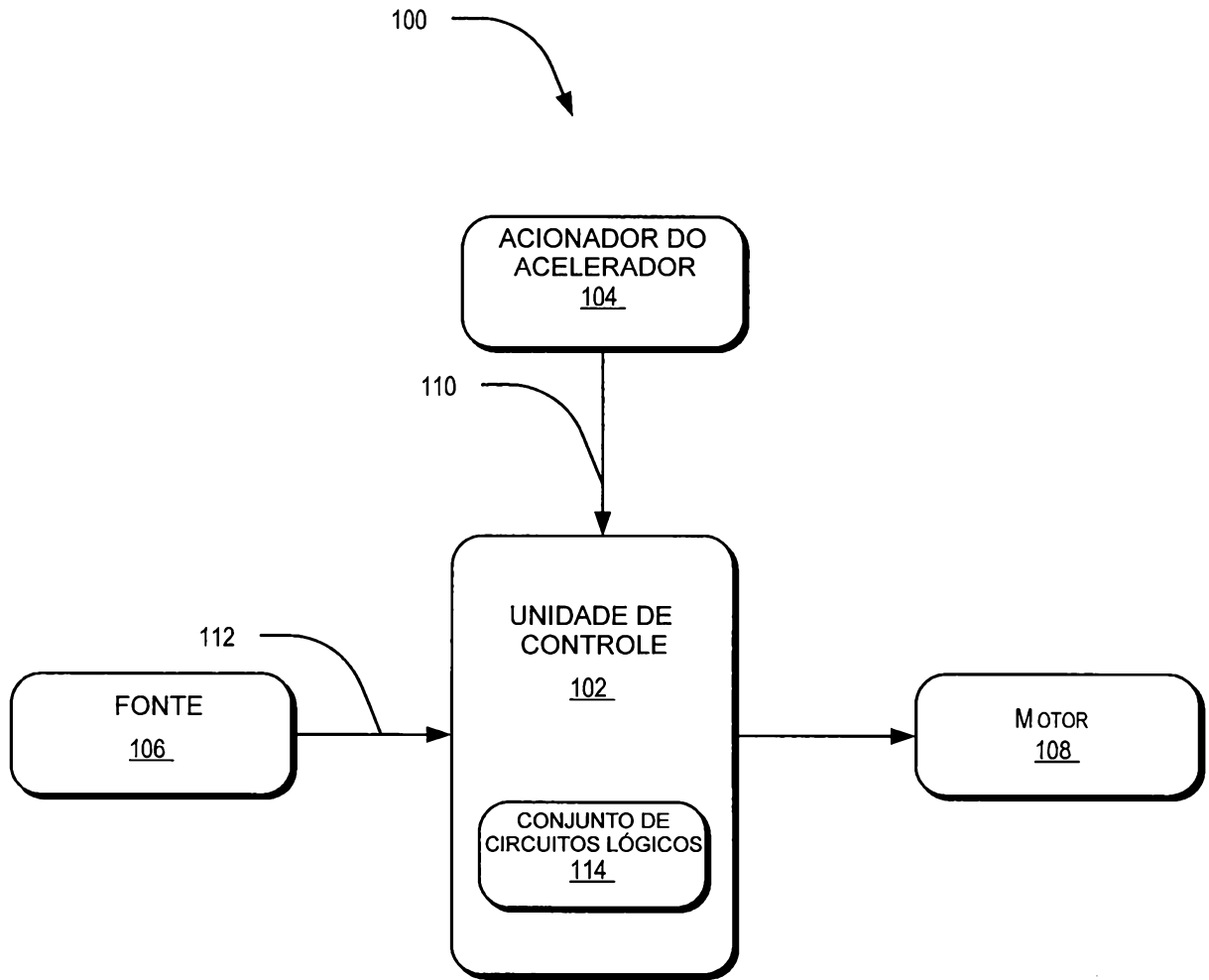


Fig. 1

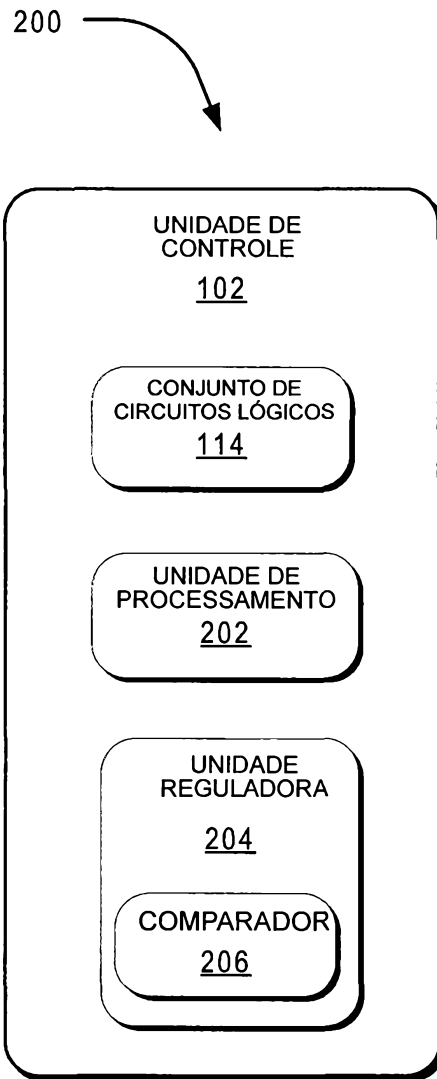


Fig. 2

300

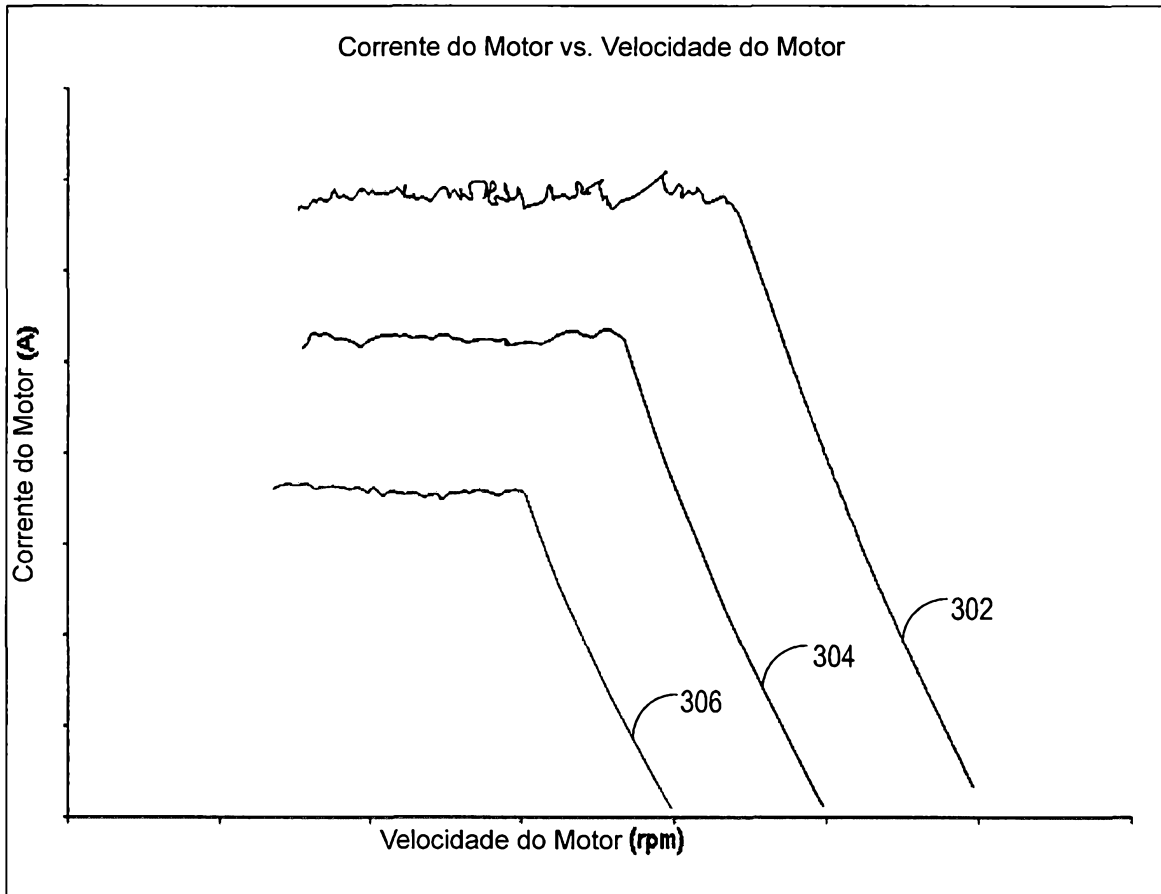


Fig . 3

400

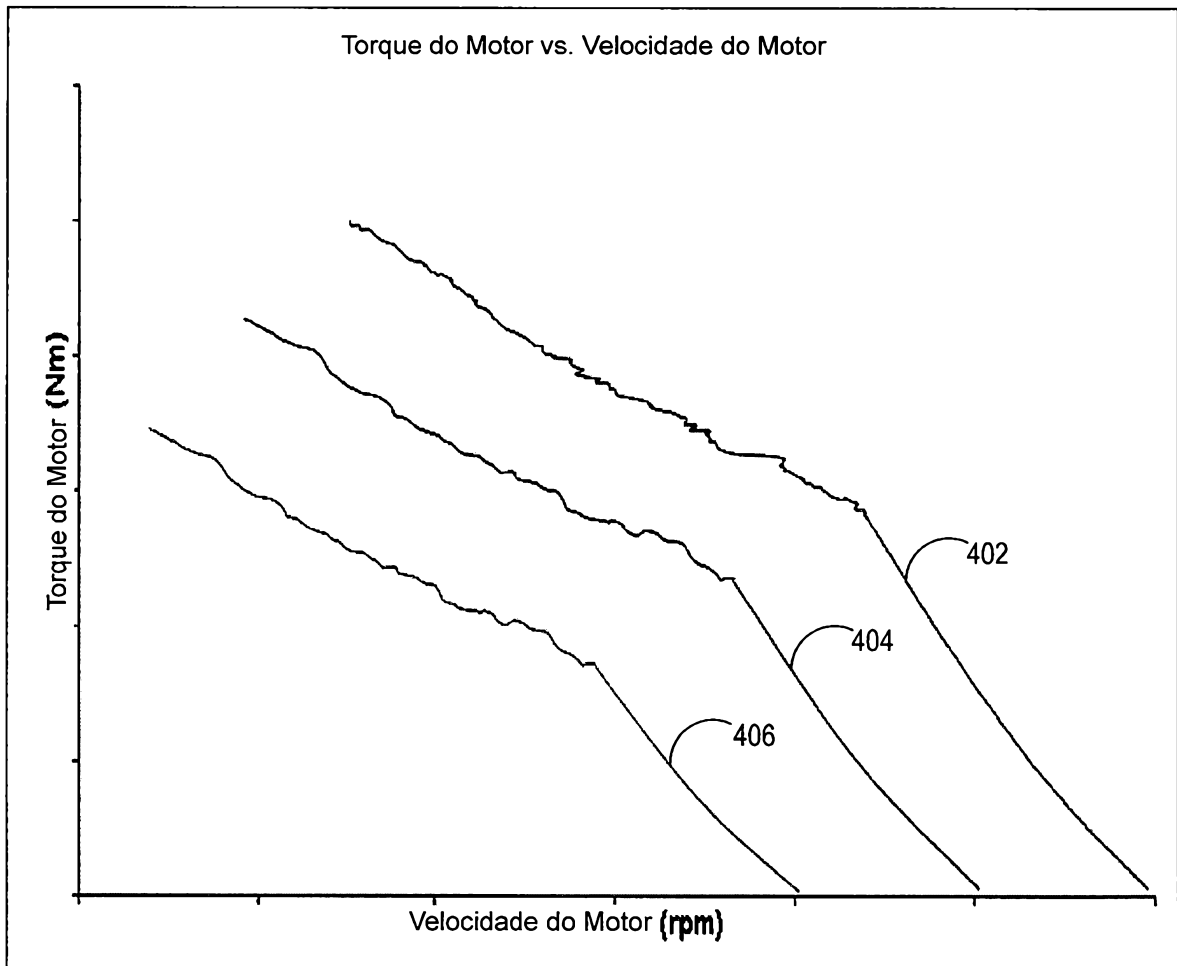


Fig . 4

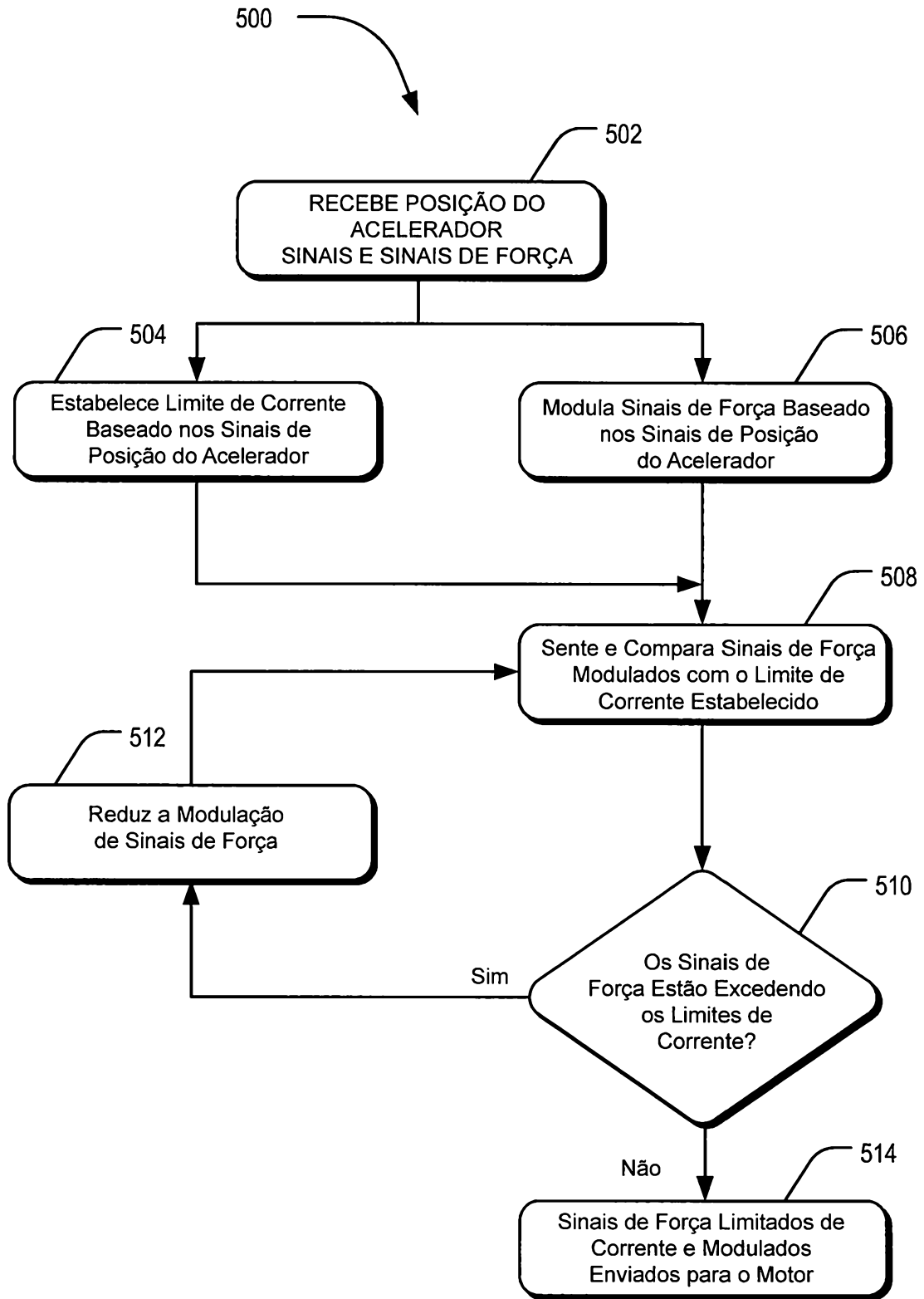


Fig. 5